

ПРИБЩАВАЩО ОБРАЗОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩ НА СТУДЕНТИ С НАРУШЕНО ЗРЕНИЕ, ИЗУЧАВАЩИ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Юлиана Дошкова-Тодорова, Силвия Върбанова, Анна Стоева

TECHNOLOGIES FOR MATHEMATICS AND INFORMATICS STUDENTS WITH VISION LOSS

Juliana Dochkova-Todorova, Silviya Varbanova, Anna Stoeva

Abstract: *The paper discusses some problems of mathematics and computer sciences education for students suffering from vision loss. The groups of devices to support training, the requirements to the university libraries and the types of specialized training software are systematized. Special attention is paid to mathematical formulas and computer code technologies that are used in the Bulgarian and German universities.*

Key words: *training, higher education, training students with vision loss, software for people with visual disabilities, training in mathematics and informatics, technologies for blind students.*

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години се наблюдава бързо развитие на хардуер и софтуер, предназначени за незрящи и хора с увредено зрение. Статистическите изследвания показват, че броят на хората със сериозни зрителни проблеми в света понастоящем е около 180 милиона, а според прогнозите през 2020 г. ще се покачи до 275 милиона.

Професионалната реализация на хората със зрителни увреждания се свързва най-често с музика, рехабилитация, склуптура. Все повече обаче расте броят на насочилите се към областите математика и информатика, с което се поставят нови предизвикателства в обучението във висшите училища.

Традиционно хората с нарушено зрение използват бели бастуни, кучета водачи, увеличителни лупи и брайлово писмо. В съвременното информационно общество на тяхно разположение са и различни електронни устройства с гласова функция, специални очила, компютри и мобилни устройства със специализиран софтуер. Всички те могат да се използват в обучението, но в много случаи са нужни допълнителни настройки, нови модули, версии на български език и редовно обновяване.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В България има средни училища, специализирали се в обучението на деца с нарушено зрение. Те разполагат с квалифицирани преподаватели, които имат голям практически опит и често също са незрящи. Тези традиции, както и световните тенденции за осигуряване на условия за обучение във

висшите училища на хора със зрителни увреждания, все още не са успешно реализирани в българското висше образование, което, от своя страна, води до малък брой незрящи студенти у нас.

От друга страна, нелека задача е създаването на устройства и програми за ползване от и обучение на незрящи. Дори добавянето на специални модули към съществуващите програми изисква добро познаване на проблематиката и специализираните технологии.

1. Устройства в помощ на обучението

Сред първите и най-използвани от хората с увредено зрение устройства са брайлова клавиатура, телевизионен увеличител и електронен увеличител за четене, брайлов принтер и скенер – вж. фиг. 1., брайлов дисплей и др.

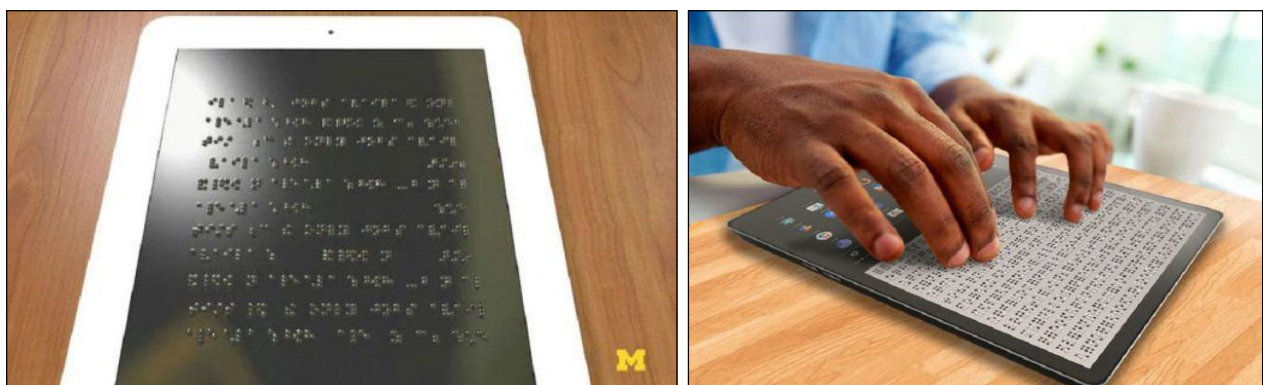


Фигура 1. Специализирана техника в помощ на незрящите

Към групата на специализираните устройства спадат и много нови продукти – те имат нужните функции и огромни предимства за незрящите, но са с висока цена и поради това са слабо разпространени в България. Такива са например очилата EVA, които четат текст, разпознават знаци, табели, опаковки и други обекти и съобщават на потребителя. Те се управляват чрез бутони, глас и смартфон. Друго подобно устройство са очилата Relumino Glasses, които подобряват зрението чрез софтуер за обработка на изображението. Бъдещото използване на такива устройства значително би улеснило обучението на слабовиждащите студенти, но и тогава остават за решаване редица въпроси, като езикови настройки, кирилизация и разпознаване на формули и графики.

Друга възможност в помощ на незрящите е добавянето на функционалности към мобилни телефони и таблети. Такива са:

- Брайлов таблет, чието еластично покритие на екрана позволява изпъкнали точки по повърхността, вж. фиг. 2.
- Таблет VLITAB, при който има брайлов дисплей върху стандартния.
- Смартфон, превеждащ текстова и графична информация на Брайл, и др.



Фигура 2. Брайлови таблети

В помощ на обучението може да бъде и 3D принтерът, с който се създават триизмерни модели на чертежи от геометрията. Това улеснява възприемането им от страна на незрящите чрез допир с ръце.

Споменатите устройства улесняват живота на хората с увредено зрение, но те не са достъпни за всички. Затова важна за обучението е ролята на университетските и регионалните библиотеки. Те биха могли да предоставят за ползване на студентите специализираните устройства, да обучават незрящите за работа с новата техника и цялостно да подпомагат процеса на обучение – преподаватели, студенти и разработчици на специализиран софтуер. Много библиотеки в България имат опит в работата с хора със затруднено зрение, някои разполагат със сътрудници, специализирали се в това. В университетските библиотеки се наблюдава недостиг на технически средства, трудно се осигурява модернизирание, а информацията за наличните възможности за незрящите студенти понякога остава труднодостъпна.

Българските университетски библиотеки чрез проекти и сътрудничество биха могли да се доближат до световните тенденции в това отношение. Голяма част от тях вече разполагат със специализиран софтуер за хора със зрителни затруднения и някои дори наемат за сътрудници незрящи (Маринов 2012: 123–124). Дейността на един библиотечен координатор на хора с нарушено зрение и съвместната му работа с преподаватели биха могли да създадат много по-добри условия за обучение на тези хора и така да повишат тяхната мотивация. Тази дейност би могла да включва библиотечно-информационни и технически услуги (Маринов 2007) като: сканиране на учебни материали, оптично разпознаване на документи, конвертиране в различни текстови формати, запис, преpraщане и принтиране на документи на брайлов шрифт, конвертиране на текст в аудиоформат. Пример в това отношение е Електронната колекция за хора с нарушено зрение в университетската библиотека на Нов български университет, която е достъпна на адрес bfb.nbu.bg, включително и за хора извън университета. Компютърни зали със софтуер за незрящи има и в други български университети, но далеч не във всички. Студентите използват предимно лична техника и софтуер.

Великобритания има дългогодишни традиции в осигуряването на възможности за ползване на библиотечни фондове от хора със зрителни увреждания: субсидии и държавна политика в тяхна подкрепа, периодични издания в алтернативни форми (Брайл, едър шрифт, електронни, компютърни и информационни технологии в библиотеките). Дори уеб сайтовете на библиотеките трябва да създават удобство за четене на хората с увредено зрение: достатъчно едър шрифт, добър контраст на текста и фон, линкове с описания и др. Препоръки за достъпност на уеб сайтове има и от организацията за уеб стандарти W3C, а много от техните стандарти са съобразени с нуждите на незрящите и особеностите за четене на сайт с програма.

2. Софтуер за четене и писане

В помощ на хората с нарушено зрение са разработени софтуерни продукти с различно предназначение, вж. табл. 1. Някои от тях могат да се използват само от хора с частично нарушено зрение, а други – и от незрящи.

Таблица 1. Типове софтуер за хора с нарушено зрение

Тип	Предназначение	Примери
Екранен четец	Преобразува информацията от текстов в аудиоформат чрез синтезатор на реч	JAWS, SpeechLab, NVDA, Vocalizer, Voice Aloud Reader
Брайлов транслатор	Преобразува обикновен текст в текст на Брайл и обратно, за четене и писане	Duck bury, ВТР
Софтуер за разпознаване на текст	Преобразува сканиран текст в някои от познатите текстови формати (doc, docx, txt и др.)	ABBYY Fine Reader, Fusion
Увеличаващ софтуер	Увеличава екранното изображение (текст и обекти) за хора със силно нарушено зрение, за четене и писане	MAGic, ZoomText, RUBY 7 HD

Сред най-популярните програми са екранните четци, наречени още синтезатори за реч. Те дават добри възможности за приложение в обучението във всички области. Лекции и различни други учебни текстови материали биха могли да се слушат от студентите по всяко време, включително и от студенти без нарушения в зрението. Проектирането и реализирането на този софтуер обединява програмисти и компютърни лингвисти, а самите алгоритми се създават специално за всеки език. Достъпни, безплатни и с високо качество са програмите за най-популярните езици в света, за тях има и версии за мобилни устройства.

Екранните четци се основават на програма, наречена речева машина, или още Text-to-speech, TTS. Такива има разработени например от Google и Vocalizer.

В последните години са създавани и подобрявани няколко синтезатора на български език – SpeechLab (Marinov и др. 2005) с глас „Гергана“, Vocalizer с глас „Дария“, Innoetics с глас „Ирина“. Екранният четец NVDA е безплатна програма за ОС Windows. Системните настройки на тези програми позволяват контрол на скоростта на четене, времетраене на паузата в края на изречение и абзац, осветяване на изговаряния текст, избор на глас и др.

Връзката между използваните в екранните четци програми е показана на фиг. 3. За създаването на този софтуер работят различни компютърни специалисти, които често се нуждаят от допълнително обучение и от помощта на незрящи. Активна роля в световен мащаб имат незрящи информатици и инженери в САЩ, Русия, Полша и др. В България през последните години най-вече чрез училищни проекти са създадени няколко компютърни програми и приложения за обучение на ученици с увредено зрение.



Фигура 3. Софтуер за четене на текст

Разработени са и специализирани програми за полагане на изпити под формата на тест за обучаеми с нарушено зрение, а учебници и учебни помагала (печатни, електронни и интерактивни) се адаптират за ползване от незрящи. Обикновено те са безплатни за употреба за хората със зрителни увреждания и могат да се ползват донякъде и във висшето образование.

3. Технологии за незрящи студенти в обучението по математика и информатика

Четенето и писането на обикновен текст от хора с увредено зрение са подпомогнати от споменатите по-горе програми и устройства. Текстовете, използвани в обучението по математика и информатика, обаче съдържат освен обикновен текст и много изображения – фигури и чертежи, математически формули, таблици и програмен код.

Специално внимание изискват формулите и изображенията. Тук хората с нарушено зрение срещат следните проблеми:

- Често формулите са създадени със специализиран софтуер, но са запазени като изображения и екранните четци не могат да ги прочетат, не е възможно и конвертиране в Брайл.
- Формулите са твърде дълги и техният прочит не улеснява осмислянето им и разпознаването на елементи и логически връзки. Аналогичен проблем се получава и с по-дълъг програмен код.
- Ако изображението няма заглавие или кратко описание, информацията в него остава недостъпна за незрящите. Подобен проблем се наблюдава и с учебните видеоматериали.

По отношение на формулите препоръчително би било използването на език за описание на математически формули като MathML и добавянето на специализиран модул за него към екранния четец. Това би означавало прочитане на формулата, а не на кода към нея, вж. фиг. 4.

Формула за комбинация без повторение	$\tilde{C}_n^k = C_{n+k-1}^k$
Код на MathML	<pre> <math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"> <mrow> <msubsup> <mover> <mi>C</mi> <mi>&Tilde;</mi> </mover> <mi>n</mi> </msubsup> </mrow> <mo>=</mo> <mrow> <msubsup><mi>C</mi></mrow><mi>n</mi> <mo>+</mo> <mi>k</mi> <mo> -</mo> <mo>1</mo> </mrow> <mi>k</mi> </msubsup> </mrow> </math> </pre>

Фигура 4. Математическа формула и нейното описание на MathML

На разположение са системи като LAMBDA, позволяващи формули, написани на MathML, да се конвертират на Брайл. Също така формулите могат да се пишат на Брайл и след това да се преобразуват в MathML или реч. За целта в LAMBDA е добавен специализиран математически редактор. Създаването и прочитът на математически формули са възможни и с модула Equation на текстовия редактор Microsoft Word в комбинация с екранен четец.

Всеки език за програмиране има своите особености на синтаксиса и прочитането на една компютърна програма малко се различава от прочит на текст на английски език. Екранните четци са приложими за четене и писане на програмен код, но се налагат редица настройки на програмата-четец, за да се гарантира работата на незрящия програмист. Неудобство е и четенето на български текст, смесен с програмен код, а това често се среща в учебните материали по програмиране. Такъв пример е и четенето и писането на код в сайта w3schools.com, традиционно използван за обучение по уеб дизайн. Все пак с помощта на екранен четец незрящите могат да създават уеб страници и да разглеждат кода на примерни уеб страници.

При обучението на хора с нарушено зрение още по-важна е ролята на преподавателите. Те трябва да бъдат запознати със специфичните потребности на всеки студент с нарушено зрение (Lumdi, Maguvhe, 2013: 375–381), съществуващите устройства и софтуер, периодично да се обучават как да ги използват и какви са новостите в развитието на технологиите. С натрупването на опит те биха могли да създават и разпространяват учебни ресурси за незрящи: лекции, задачи, тестове, примери. Самите учебни материали могат да са:

- вече създадени, но специално преработени и адаптирани, така че да са достъпни и използваеми и от студенти с нарушено зрение или

- да са специално създадени за незрящи.

И в двата случая работата по тях отнема немалко време. Понякога се налага дори разделяне на фигури и други изображения за брайлов печат. Към материалите се включват описания на изображения, аудиовариант на важни текстове, запис на цели лекции към презентации. При това много полезни са и научни изследвания, в които се разглеждат особеностите в мисловните процеси и трудностите в процеса на разбиране (Замфиоров, 2012), вродените способности на незрящите (Радулов 2004), методически насоки в обучението по математика като нагледно представяне на числа (Минчева, Димитрова, 2017: 19) и формиране на математически умения у ученици с увредено зрение (Гроздев, Петрова, 2013).

Преподаването на математика и информатика в голяма степен се основава на визуалното възприемане. Прочитането и разбирането на учебните текстове от студенти с нарушено зрение е по-дълго. По тази причина времето за изпит трябва също да е удължено и при нужда да се осигури помощник за четене и писане.

Слепите програмисти в последните години използват най-вече синтезирана реч и брайлов дисплей, като всеки от тях си има своите предимства. Синтезираната реч дава по-бърз прочит на текст. Брайловият дисплей е по-удобен за прочит на програмен код, където пунктуацията е по-сложна и съществена, например вложени скоби {}, или пък е от значение точното разположение на знак. Полезна за работата е възможността екранният четец да използва различни гласове за различните синтактични части на текста: ключови думи, коментари, идентификатори и др. Незрящите програмисти често привикват и към използване на клавишни комбинации, за да увеличат скоростта на своята работа.

Задължителните условия за успешно приложение на модерните технологии в обучението по математика и информатика на хора с нарушено зрение са:

- *хардуер*: брайлова клавиатура, сензорен екран, специализирани принтер и скенер и др.;
- *софтуер*: стандартни програми за незрящи или специализирани модули за обучение;
- *преподаватели*: запознаване с използвания хардуер и софтуер, както и с особеностите и традициите в обучението на незрящи;
- *учебни ресурси*: достъпен текст с математически формули или програмен код, аудио файлове, адаптирани тестове, софтуер за предпечат на Брайл и др.

Изборът на технологии за обучение на хора със зрителни затруднения трябва да е съобразен със степента на увреденост на зрението и с това дали проблемите са по рождение, или са придобити впоследствие, т.е. частична, вродена или придобита слепота. Препоръчително е също използването на софтуер за адаптиране на компютърния екран към индивидуалните особености на хората с намалено зрение. Не бива да се пренебрегват и класическите помощни средства за обучение като специални чертожни инструменти за незрящи, чертожна дъска за незрящи, справочници с математически формули на Брайл, „говорещ“ калкулатор и др.

4. Технологии студенти със зрителни затруднения, достъпни в университетите на Германия

В Германия има около 8000 студенти с увредено зрение, а общият им брой е два милиона. В страната има много добри традиции в организацията на студентския живот и обучението на незрящите. Университетът в Марбург е немският университет с най-голям брой такива студенти и там има най-много удобства и улеснения за тях. Това е и причината незрящите кандидат-студенти да се насочат към него. Ето някои от тези осигурени възможности:

- На всеки студент се осигуряват брайлови машини за времето на следване.
- Има държавни програми за обучение на преподаватели за работа с хора с увредено зрение и новите технологии.
- Основен партньор се явяват центровете за студенти с нарушено зрение към университетите, в които се подпомага обучението им, дава се информация и помощ за получаване на учебни материали и организиране на изпити.
- Организиран се приемни курсове за незрящи немски и чужди студенти за запознаване с възможностите пред тях.
- На разположение са компютри с нужните устройства и софтуер, те са достъпни за незрящите – в работно време, вечер и през почивните дни.
- Обикновено в компютърните зали работи и един незрящ студент, който помага при работа със специализиран хардуер и софтуер, намиране и копиране на литература и коригиране на текст, може да участва и в преобразуването на учебни материали в дигитален, аудио- или друг формат.
- В ограничена степен е достъпна и възможността за помощници при четене – когато учебниците не са в дигитална форма.
- По време на изпити на студенти с нарушено зрение се осигурява повече от стандартното време, позволява се писане на Брайл, писмените изпити може да се преобразуват в устни, позволена е помощ от асистент, който чете или пише под диктовка на студента.

За студенти, изучаващи математика или информатика, се работи допълнително за осигуряване на тяхното обучение. Разработват се компютърни програми, които разпознават картинки, снимки и графики и ги преобразуват автоматично в описания или печат на Брайл. Преподавателите включват в лекциите си повече описания към чертежи и програмен код. Разработени са и специални учебни материали в дигитална форма.

Създадена е и университетска мрежа от изследователски центрове за хора с нарушения в зрението, където студенти и преподаватели работят върху развитието на технологии в помощ на незрящите и тяхното обучение.

Заклучение

Още в средното училище математиката и информатиката са сред по-сложните за усвояване учебни предмети – за зрящи и незрящи ученици. Затова е нужно да бъде поставен по-голям акцент

върху мотивацията на ученици и студенти да ги изучават, разработката и развитието на методика за преподаване на незрящи студенти, осигуряване на учебни материали с релефни изображения на чертежи и графики и приложение на новите информационни технологии.

Според Закона за интеграция на хората с увреждания българските университети трябва да осигурят подходящи учебни материали и допълнителна преподавателска помощ. Всички те трябва да имат готовност да приемат студенти с нарушено зрение и да спазват правата им на облекчения. Все още броят на незрящите студенти и докторанти в България е малък и само някои университети разполагат с необходимите хардуер и софтуер.

Професиите на учителя, университетския преподавател, научния сътрудник в областта на математиката и информатиката, компютърния програмист могат да бъдат упражнявани и трябва да са достъпни и за хората с увредено или изгубено зрение в България.

ЛИТЕРАТУРА

Гроздев, С., Е. Петрова (2013). Върху преподаването на математика на ученици със зрителни увреждания. // *Математика и информатика*, № 4, 314–324. // **Grozdev, S., E. Petrova (2013).** Varhu преподаvaneto na matematika na uchenitsi sas zritelni uvrezhdaniya. // *Matematika i informatika*, № 4, 314–324.

Замфиров, М. (2012). Приносът на слепите математици в алгебрата и геометрията. // *Годишник на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, Факултет по начална и предучилищна педагогика*. Т. 104, 57–70. // **Zamfirov, M. (2012).** Prinosat na slepите matematitsi v algebrata i geometriyata. // *Godishnik na Sofiyskiya universitet „Sv. Kliment Ohridski“, Fakultet po nachalna i preduchilishtna pedagogika*. Т. 104, 57–70.

Маринов, И. (2007). Какъв беше преди, какъв е сега и какъв може би ще бъде достъпът до информация на незрящите хора. // *Библиосфера = Bibliosphere*, № 9. – <http://bibliosphere.eu/?p=766>. // **Marinov, I. (2007).** Kakav beshe преди, kakav e sega i kakav mozhe bi shte bade dostapat do informatsiya na nezryashtite hora. // *Bibliosfera = Bibliosphere*, № 9. – <http://bibliosphere.eu/?p=766>.

Маринов, И. (2012). Библиотеката, в която услугите за незрящи читатели вървят напред. // *Библиотеките днес – иновативни политики и практики*, 123–124. // **Marinov, I. (2012).** Bibliotekata, v koyato uslugite za nezryashti chitateli varvyat napred. // *Bibliotekite dnes – inovativni politiki i praktiki*, 123–124.

Минчева, И., М. Димитрова (2017). Книга за учителя по математика за втори клас. София: Питагор. // **Mincheva, I., M. Dimitrova (2017).** Kniga za uchitelya po matematika za vtori klas. Sofia: Pitagor.

Радулов, В. (2004). Педагогика на зрително затруднените. София: Унив. изд. „Св. Климент Охридски“. // **Radulov, V. (2004).** Pedagogika na zritelno zatrudnenite. Sofia: Univ. izd. „Sv. Kliment Ohridski“.

Marinov, I., M. Andreeva, S. Mihov (2005). SpeechLab 2.0 – A High-Quality Text-to-Speech System for Bulgarian. // *Proceedings from the International Conference Recent Advances in Natural Language Processing*. Borovets, Bulgaria, 52–58.

Lumdi, M.W., M.O. Maguvhe (2013). Teaching Life Sciences to Blind and Visually Impaired Learners: Issues to Consider For Effective Learning Mediation Practice. // *Anthropologist*, September 2013, Volume 14, Issue 5, 375–381.

Lumdi, M.W. (2014). Lacking the Learner-centred Approach in Mathematics: A Curricular Paradigm. // *International Journal of Educational Sciences*, November 2014, Volume 7, Issue 3, 783–788.